

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2838361号

(45) 発行日 平成10年(1998)12月16日

(24) 登録日 平成10年(1998)10月16日

(51) IntCl. ⁶	識別記号	F I
H 0 1 L 29/84		H 0 1 L 29/84 B
G 0 1 L 9/04	1 0 1	G 0 1 L 9/04 1 0 1
H 0 1 C 7/00		H 0 1 C 7/00 C

請求項の数 1 (全 6 頁)

(21) 出願番号	特願平6-123637	(73) 特許権者	000205627 大阪府 大阪府大阪市中央区大手前2丁目1番22号
(22) 出願日	平成6年(1994)6月6日	(73) 特許権者	594094205 日本リニアックス株式会社 大阪府大阪市北区茶屋町2-4
(65) 公開番号	特開平7-335911	(72) 発明者	鈴木 義彦 大阪府豊中市上野西3-14-22
(43) 公開日	平成7年(1995)12月22日	(72) 発明者	野坂 俊紀 大阪府堺市東浅香山1丁37 府職員宅舎 1-7
審査請求日	平成6年(1994)6月7日	(72) 発明者	小川 倉一 兵庫県神戸市垂水区狩口台7丁目18-7
特許法第30条第1項適用申請有り 平成6年3月31日、 大阪府立産業技術総合研究所発行の「大阪府立産業技術 総合研究所報告通巻No. 7」に発表		(74) 代理人	弁理士 三枝 英二 (外4名)
		審査官	栗野 正明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 受圧管一体型圧力センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 受圧管と受圧管ダイアフラムを備えた受圧管一体型圧力センサにおいて、ダイアフラム表面に酸化ケイ素薄膜を介して酸化クロムと結晶性クロムとが混在する酸化クロムからなるひずみセンサ素子を形成したことを特徴とする受圧管一体型圧力センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、受圧管一体型圧力センサに関する。

【0002】

【従来技術とその問題点】 近年半導体 Si 単結晶の歪み抵抗変化を利用した拡散型圧力センサが広く使用されている。このセンサは、感度が高い、モノリシックに作製した IC により温度依存性が補正できる、IC プロセス

により小型センサを大量に作製できるので比較的安価であるなどの利点を有している。しかしながら、この構造のセンサは、500 kg/cm² 程度以上の高圧用センサとして使用する場合には、センサ部である Si と流体圧力をセンサに導入する支持台との接続部で剥離を生ずるという問題が発生する。

【0003】 現行の高圧用圧力センサは、測定圧力とバランスする受圧装置の変位量を読み取る“変位式”と、圧力によってセンサ材料に誘起された歪による物性変化を電気信号として読み取る“ひずみ式”とに大別できる。

【0004】 より具体的に、変位式は、ブルドン管、ベローズ、ダイアフラムなどの変位を読み取るタイプの装置であり、高圧力の測定に適しているが、装置自体が大きくなり、センサを小型化しようという要求には合致し

ない。

【0005】一方、ひずみ式は、ダイアフラムの変形をひずみセンサを利用して測定する方式が主流である。この方式の装置は、小型化が可能であり、ひずみ抵抗を測定しているので、測定回路が簡単であるという利点を有している。

【0006】しかしながら、上記のように、高感度の故に、近年広く利用されている半導体Siを使用する圧力センサには、センサと受圧管との接合部分が高压に十分に耐えられないという難点がある。これに対して、金属ひずみゲージ（センサ）をダイアフラム（受圧部）に張り合わせたタイプの装置は、その様な問題点がないので、高压用センサに適しており、温度依存性が少ないという利点も備えている。しかしながら、このタイプの装置は、出力が小さく、センサとダイアフラムの接着状態が素子特性に大きな影響を与えるので、特性の再現性に優れた素子を作製することが困難である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明は、小型であり、且つ素子特性の再現性に優れた圧力センサを提供することを主な目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明者は、上記の様な技術の現状に鑑みて、鋭意研究を重ねた結果、受圧管のダイアフラム表面に酸化クロムと結晶性クロムとが混在する酸化クロムからなるひずみセンサ素子を形成させる場合には、小型で、素子特性の再現性に優れた圧力センサが得られることを見出した。

【0009】すなわち、本発明は、下記の圧力センサを提供するものである；

1. 受圧管と受圧管ダイアフラムを備えた受圧管一体型圧力センサにおいて、ダイアフラム表面に酸化ケイ素薄膜を介して酸化クロムと結晶性クロムとが混在する酸化クロムからなるひずみセンサ素子を形成したことを特徴とする受圧管一体型圧力センサ。

【0010】圧力センサのセンサ素子部としては、金属のように抵抗温度係数（TCR）が比較的小さく、Siのようにゲージファクターが大きく、また電気抵抗も大きい薄膜材料が最も望ましい。

【0011】従来から、薄膜材料を使用する圧力センサ用のセンサ素子としては、アモルファスSi（或いはマイクロクリスタリンSi）薄膜による圧力センサが開発されている（例えば、本間俊男：センサ技術、Vol. 5, No. 3, p30-36（1985））。このセンサは、ゲージファクター（抵抗の歪みによる変化）が大きく、比抵抗も高いものの、アモルファスSiは、抵抗の温度係数が大きいという欠点を有している。また、その製造には、高度に管理されたシラン利用設備と高価なプラズマCVD或いは光CVD装置が必要であり、有毒なシランガスを使用する作業上の厳重な注意も必要である。

【0012】これに対し、本発明において使用する酸化クロム薄膜は、センサ素子部に求められる上記の条件を全て具備しており、且つその製造も安全で、且つ比較的容易である。

【0013】本発明による受圧管一体型圧力センサは、図1に断面図として概要を示す構造を有している。図1に示す圧力センサにおいて、受圧管1のダイアフラム3の表面には、酸化ケイ素薄膜5を介して酸化クロム薄膜7が形成されている。この圧力センサの構造は、センサ素子が酸化クロムと結晶性クロムとが混在する酸化クロム薄膜により形成されている以外の点では、アモルファスSi（或いはマイクロクリスタリンSi）薄膜を備えた公知の圧力センサと異なるところはない。

【0014】センサ素子部としての酸化クロム薄膜の形成は、特に限定されるものではないが、通常以下のようにして行われる。

【0015】すなわち、受圧管一体型圧力センサのダイアフラムの表面にCVD法により酸化シリコン薄膜を成膜した後、金属Cr（好ましくは99.99%以上）をターゲットとするスパッタ法により酸化クロム薄膜を成膜する。スパッタに先立って、Arガスによるプレスパッタを行って、ターゲット表面を清浄化した後、さらに酸化クロム薄膜成膜時と同じ分圧の酸素を導入して、プレスパッタすることが好ましい。成膜時にはダイアフラムを例えば350℃程度まで加熱しても良い。成膜時の酸素分圧は、通常 $3 \times 10^{-3} \sim 6 \times 10^{-4}$ torr程度である。

【0016】本発明による圧力センサは、高压用圧力センサとしてのみならず、低压用圧力センサとしても、有用である。

【0017】

【発明の効果】本発明によれば、抵抗温度係数が小さく、ゲージファクターが大きく、抵抗が半導体と同程度という酸化クロム薄膜を備えた受圧管一体型圧力センサがえられる。

【0018】この圧力センサは、出力電圧が高く、リニアリティーに優れている。

【0019】

【実施例】以下に実験例および実施例を示し、本発明の特徴とするところをより一層明確にする。

【0020】以下においては、比抵抗は、4端子法により測定した。また、圧力による抵抗の変化は、油圧によりダイアフラムに圧力を加えるタイプの装置を用い、測定圧力 5 kg/cm^2 にて測定した。

【0021】実験例1

SUS316製基板（ $10 \times 10 \times 1 \text{ mm}^3$ ）上にCVD法によりSiO₂薄膜（約500nm）を成膜し、その上に99.99%金属Crをターゲットとする直流スパッタ法によりCr薄膜またはCrO_x薄膜（約160nm）を成膜した。酸化クロムの成膜に先立っては、A

5

r ガスによりプレスパッタを15分行い、ターゲット表面を清浄化した後、さらに酸素ガスをCrO_x成膜時と同じ分圧だけ導入し（但し、Cr成膜時は酸素を導入しない）、成膜時と同一条件で10分間プレスパッタし、*

Arガス分圧 (Torr)
O₂ガス分圧 (Torr)
全圧 (Torr)
ターゲット材料
電力 (W)
印加電圧 (V)
電流 (mA)
基板材料
基板温度 (°C)
膜厚 (nm)

【0024】酸素分圧0Torr（無酸素状態）で形成されたCr薄膜では、抵抗の圧力変化率（ $\Delta R/R$ ）が小さく、比抵抗も小さいので、所望の性能を有する圧力センサが得られないことが判明した。

【0025】そこで、酸素ガスの導入下にCrO_x薄膜を成膜した。図2に基板を加熱することなく作製したCrO_x薄膜の抵抗の酸素ガス分圧依存性を示す。DC投入電力が80wの場合には、酸素分圧を変えても 5×10^{-4} Torrまでは抵抗はそれほど大きな変化を示さないが、 6×10^{-4} Torrの酸素分圧で抵抗が無限大となり、絶縁物が形成される。DC投入電力が160wの場合には、酸素分圧の増加とともに抵抗は僅かに上昇する傾向が認められるが、 8×10^{-4} Torrで急激に比抵抗が増大している。

【0026】また、図3に図2に関連して示したと同様の成膜条件で作製したCrO_x薄膜について、その $\Delta R/R$ の酸素分圧依存性を示す。左端の矢印で示した値は、酸素を導入することなく作製したCr薄膜についての値である。図3に示す結果から、酸素分圧が上昇するとともに $\Delta R/R$ の値が上昇していることが明らかである。 $\Delta R/R$ の値が最大である時のTCR（抵抗温度係数）は、500ppmであった。

【0027】基板を加熱すると、酸化がより促進され、低い酸素分圧から酸化の効果が現れはじめて、酸素分圧による抵抗の変化、歪抵抗の変化が緩やかになるものと考えられる。また、基板温度が高いほど、膜と基板との密着性も良くなる。

【0028】図4に基板温度を350°Cとして上記と同様にして作製したCrO_x薄膜について、その抵抗の酸素分圧依存性を示す。例えば、DC投入電力が240wの場合には、酸素分圧 6×10^{-4} Torrで比抵抗が少し上昇し始め、 7×10^{-4} Torrで絶縁物が形成されており、全体としての抵抗の酸素分圧依存性の傾向は、基板を加熱することなく成膜した場合（図2参照）とほとんど変わっていない。

【0029】図5に図4に関連して示したと同様の成膜条件で作製したCrO_x薄膜について、その $\Delta R/R$ の

6

*次いでCrO_xを成膜した。

【0022】CrO_x成膜時の条件を表1に示す。

【0023】

【表1】

$5 \times 10^{-3} \sim 6 \times 10^{-3}$
 $1 \times 10^{-3} \sim 0$
 6×10^{-3}
Cr (99.99%)
80 160 240
270 320 370
300 500 650
SUS316、Si
室温および350
150~200

酸素分圧依存性を示す。基板を加熱することなく成膜した場合と同様に、酸素を導入することにより、 $\Delta R/R$ は上昇し、酸素分圧 6×10^{-4} Torrで 1.2×10^{-3} となった。この値は、Si単結晶を利用する圧力センサの値とほぼ同程度である。図6にこの様にして作製したCrO_x薄膜についてのTCRの酸素分圧依存性を示す。

酸素分圧を増加させると、TCRが低下している様子が認められる。酸素分圧 6×10^{-4} Torrでは、TCR50ppmという極めて低い値が得られた。図5および図6に示す結果から、圧力による抵抗変化率が大きく、且つTCRが小さいというCrO_x薄膜が得られていることが明らかである。

【0030】実験例2

実験例1に示す結果から、酸素を導入してCrO_x薄膜を作製することにより、高感度の圧力センサ素子が得られることが明らかとなったので、その様な薄膜の構造を調べるために、ESCAによる解析を行った。基板温度に関係なくほぼ同様の結果が得られたので、基板温度350°Cの場合の結果のみを図7に示す。

【0031】酸素分圧0の場合には、Crのみのピークが現れている。また、酸素分圧 1×10^{-3} Torrの場合には、アモルファス状態のCrO_x絶縁物のみが形成された。

【0032】これに対し、酸素分圧 $3 \times 10^{-4} \sim 8 \times 10^{-4}$ Torrの範囲では、結晶性Cr（結晶粒径50~100オングストローム程度）とアモルファス状態のCrO_x（ $1 \leq x \leq 2$ 程度）とが混在する酸化クロム薄膜が得られた。

【0033】実施例1

SUS630製の受圧管の受圧管ダイアフラム上にCV法により酸化シリコン薄膜（約500nm）を成膜し、次いで酸化クロム薄膜（約500nm）を成膜した後、フォトリソグラフィ法により約45μm幅の細線パターンにエッチングし、通常より利用されているブリッジ回路を備えたセンサ素子を形成させた。その概要は、図1に示す通りである。酸化クロム薄膜の成膜条件は、基板温度350°C、酸素分圧 4.5×10^{-4} Torr~7.

5×10^{-4} Torr であった。

【0034】通常の Si 圧力センサと同様に、圧力 0 で 4 mA、フル圧力で 20 mA が出力できるように回路調整を行った。

【0035】圧力に対するセンサ出力の変化は、図 8 に示す通りであった。使用圧力範囲は、受圧管の直径とダイアフラムの厚さにより、変わる。例えば、受圧管の直径を 6 mm とした場合、 5 kg/cm^2 用では厚さ 0.25 mm、 20 kg/cm^2 用では厚さ 0.5 mm、 100 kg/cm^2 用では厚さ 0.75 mm であった。

【0036】図 8 に示す様に、本発明による圧力センサは、圧力に対して、リニアな出力を示す。リニアリティーからの最大のずれは、0.1% 以下であった。

【0037】なお、より高圧の圧力測定を行うためには、ダイアフラムの厚さを増大すればよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による受圧管一体型圧力センサの概要を示す断面図である。

【図 2】基板を加熱することなく作製した CrO_x 薄膜について、その抵抗の酸素ガス分圧依存性を示すグラフである。

【図 3】基板を加熱することなく作製した CrO_x 薄膜について、その $\Delta R/R$ の酸素分圧依存性を示すグラフである。

【図 4】基板温度を 350°C として作製した CrO_x 薄膜について、その $\Delta R/R$ の酸素分圧依存性を示すグラフである。

【図 5】基板温度を 350°C として作製した CrO_x 薄膜について、その抵抗の酸素分圧依存性を示すグラフである。

10 【図 6】基板温度を 350°C として作製した CrO_x 薄膜について、その TCR の酸素分圧依存性を示すグラフである。

【図 7】ESCA による CrO_x 薄膜の構造解析を示すグラフである。

【図 8】実施例 1 で得られた本発明による圧力センサの圧力と出力との関係を示すグラフである。

【符号の説明】

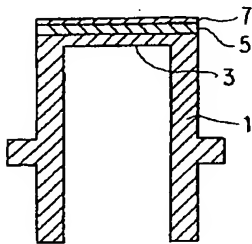
1…受圧管

3…ダイアフラム

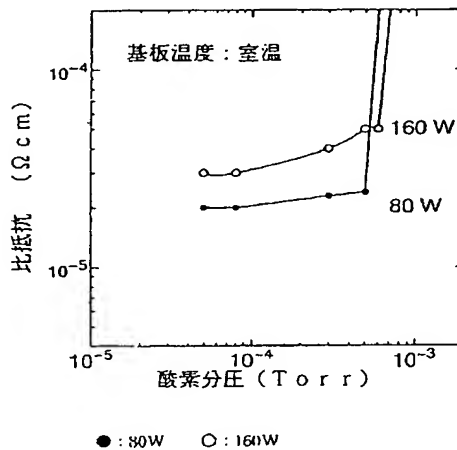
5… SiO_2 薄膜

7… CrO_x 薄膜

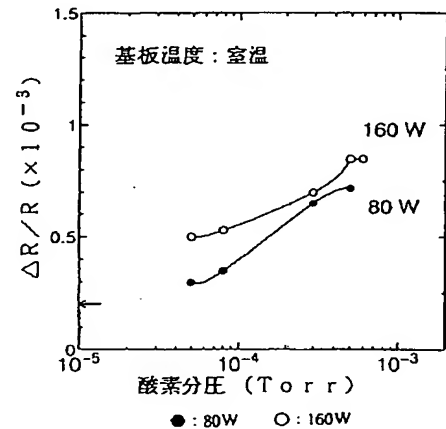
【図 1】



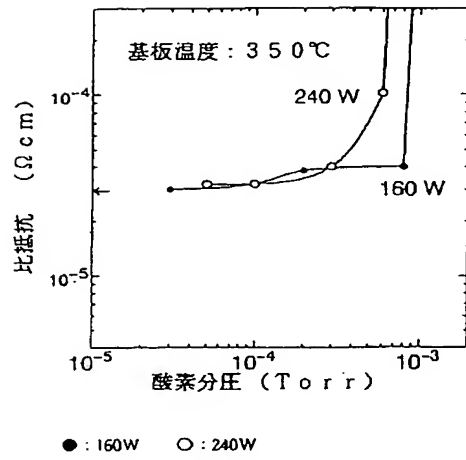
【図 2】



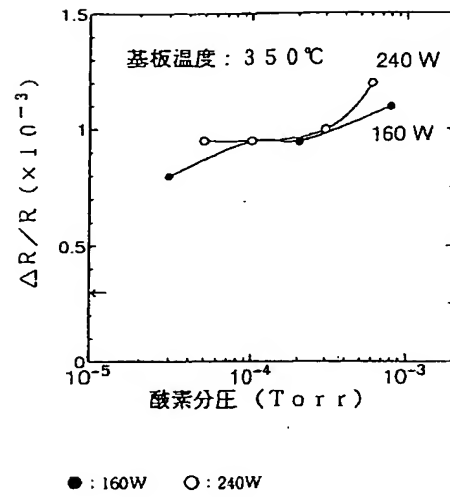
【図 3】



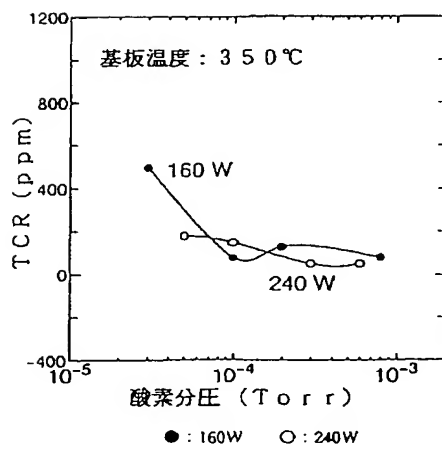
【図4】



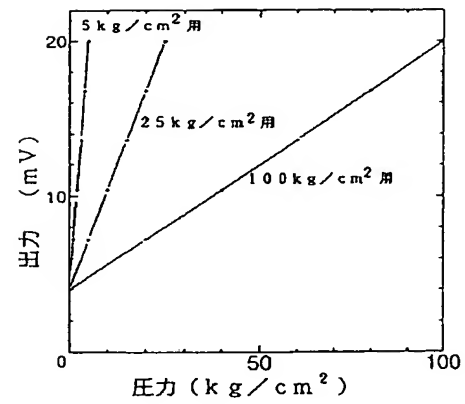
【図5】



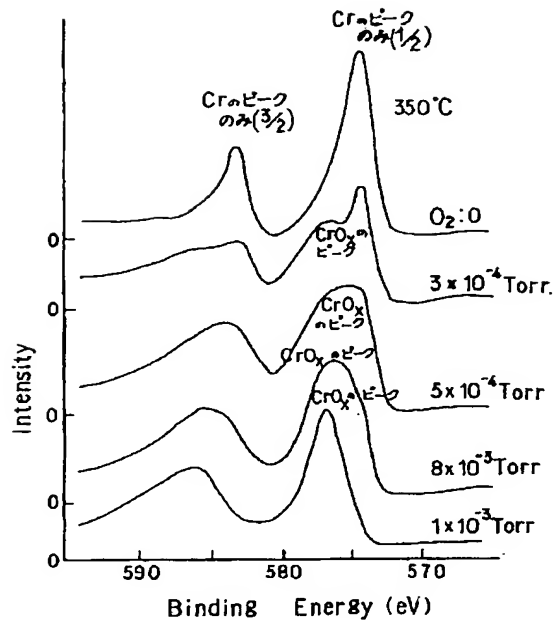
【図6】



【図8】



【図 7】



フロントページの続き

(72) 発明者 竹中 宏
大阪府大阪市北区茶屋町 2-4 日本リ
ニアックス株式会社内

(56) 参考文献 特開 平 5-13782 (J P, A)
特開 平 2-152201 (J P, A)
特開 平 2-76201 (J P, A)

(58) 調査した分野 (Int. Cl. ⁶, D B 名)

H01L 29/84

G01L 9/04 101

H01C 7/00

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.